

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Sunčica Strišković

**Značajke mrijestilišta lombardijske smeđe žabe, *Rana latastei*
(Boulanger 1879), u Motovunskoj šumi**

Diplomski rad

Zagreb, 2011.

Ovaj je rad izrađen na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom prof. dr. sc. Milorada Mrakovčića, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja dipl. ing. biologije, smjer ekologija.

ZAHVALE

Ovim putem željela bi zahvaliti mentoru prof. dr. sc. Miloradu Mrakovčiću na stručnom vodstvu i suradnji.

Također bi željela zahvaliti kolegici Mariji Kuljerić koja je vodila projekt »Monitoring lombardijske smeđe žabe, *Rana latastei*, u Hrvatskoj» u sklopu kojeg je napravljen ovaj diplomski rad i koja je bila velika pomoć u svim segmentima njegove izrade. Hvala na trudu.

Velika zahvala i kolegama koji su sudjelovali u prikupljanju podataka na terenu: Lani Novosel, Toniju Korenu, Ani Štih, Borisu Laušu i Ivoni Burić. Također hvala dr. sc. Duji Lisičiću za pomoć pri statističkoj obradi.

I na kraju veliko hvala mojoj obitelji koja je sve ovo omogućila i svo ovo vrijeme strpljivo čekala da diplomiram.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

ZNAČAJKE MRIJESTILIŠTA LOMBARDIJSKE SMEĐE ŽABE, *RANA LATASTEI* (BOULANGER 1879), U MOTOVUNSKOJ ŠUMI

Sunčica Strišković

Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Rooseveltova trg 6, Zagreb, Hrvatska

Lombardijsku žabu ubrajamo među rizične vrste s opasnošću od izumiranja. Jedan od glavnih utjecaja na smanjenje broja jedinki je i nestanak pogodnih staništa. Ovaj je rad načinjen kako bi se dobio uvid imaju li zahvati na vodenim tijelima utjecaj na brojnost lokalne populacije i u kojoj mjeri. Uspoređeni su regulirani i neregulirani tokovi koje ona koristi kao mrijestilište. Uspoređivan je broj mrijesta po metru u te dvije vrste tokova. Došlo se do zaključka kako lombardijska žaba preferira neregulirane tokove čije su karakteristike veća zasjenjenost, više obalnog drveća i granja u vodi, veći nagib obale i konduktivitet te manje vegetacije na obali i površini vode te niža temperatura vode nego kod reguliranih mrijestilišta.

(48 stranica, 20 slika, 5 tablica, 35 literarnih navoda, hrvatski jezik)

Rad je pohranjen u središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: lombardijska žaba, mrijestilište, Motovunska šuma

Voditelj: prof. dr. sc. Milorad Mrakovčić

Ocjenitelji:

Rad prihvaćen:

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Thesis

Graduation

**BREEDING SITE CHARACTERISTICS OF THE ITALIAN AGILE FROG, *RANA*
LATASTEI (BOULANGER, 1879), IN MOTOVUN FOREST**

Sunčica Strišković

Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb

Rooseveltova trg 6, Zagreb, Croatia

Italian agile frog is a vulnerable species with a decreasing population trend. This decrease in numbers is largely due to habitat loss. In this thesis I tried to determine what is the impact of a large number of modifications of water bodies on local populations of Italian agile frog. I compared regulated and nonregulated spawning sites. By comparing the number of spawn between two types of water bodies we concluded that this species prefers nonregulated sites which have higher percentage of shadow, more trees on shores and branches in water, steeper shores and higher conductivity. Also they have less low vegetation on shores, less surface vegetation and lower water temperatures.

(48 pages, 20 pictures, 5 tables, 35 reference, original in Croatian)

Thesis deposited in Central Biological Library

Keywords: Italian agile frog, spawning sites, Motovun forest

Supervisors: dr. Milorad Mrakovčić, Prof.

Reviewers:

Thesis accepted:

. UVOD	7
.1 O VRSTI <i>Rana latastei</i> (Boulenger, 1879).....	7
.1.1. SISTEMATSKI POLOŽAJ I RASPROSTRANJENOST.....	7
.1.2 IZGLED	8
.1.3 STANIŠTE.....	10
.1.4 EKOLOŠKE ZNAČAJKE.....	10
.1.5 UGROŽENOST I ZAŠTITA.....	12
.2 PODRUČJE ISTRAŽIVANJA.....	13
.2.1. GEOMORFOLOGIJA ISTRE	13
.2.2. SLIV RIJEKE MIRNE	14
.2.3. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA	14
.2.4. MOTOVUNSKA ŠUMA – DOLINA MIRNE I BUTONIGE	15
.3. STANIŠTA MRIJEŠTENJA	16
.4 CILJ ISTRAŽIVANJA	18
. MATERIJALI I METODE	19
.1 PRIKUPLJANJE PODATAKA.....	19
.2 OBRADA PODATAKA.....	21
. REZULTATI.....	22
.1 RAZLIKA IZMEĐU MIKROSTANIŠTA MRIJESTILIŠTA REGULIRANIH I NEREGULIRANIH TOKOVA	23
.1.1 OBJAŠNJENJE FAKTORA I UTJECAJ REGULACIJE NA MRIJESTILIŠTA	39
.2 RAZLIKA U RELATIVNOJ KOLIČINI MRIJESTA.....	40
. RASPRAVA	42
. ZAKLJUČAK.....	45
. LITERATURA	46

1. UVOD

1.1 O VRSTI *Rana latastei* (Boulenger, 1879)

1.1.1. SISTEMATSKI POLOŽAJ I RASPROSTRANJENOST

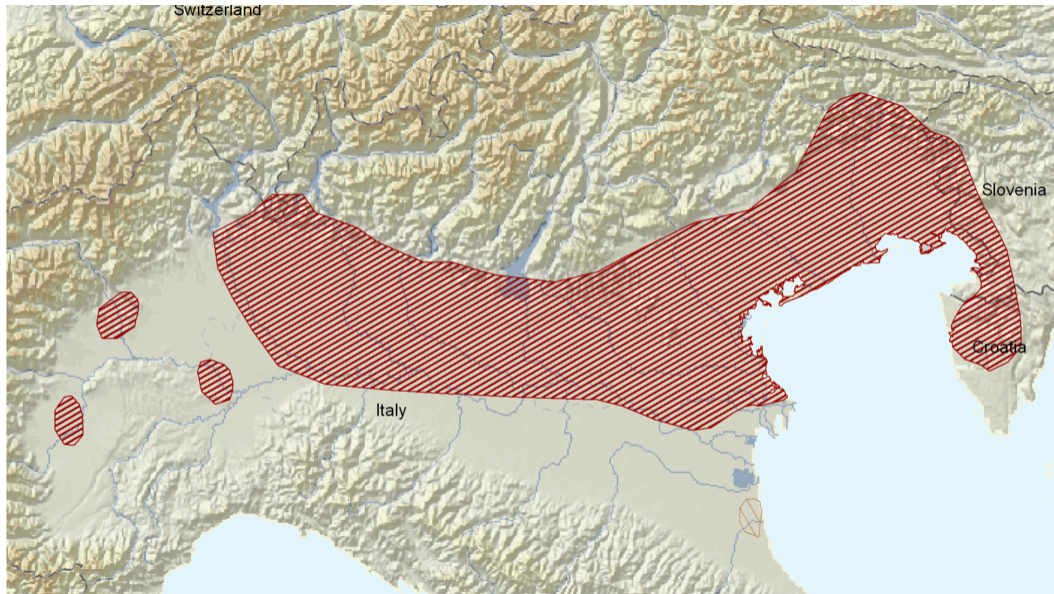
Vrsta *Rana latastei* (Boulenger, 1879), hrvatskim imenom lombardijska žaba ili talijanska smeđa žaba (Janev Hutinec i sur., 2006), pripada rodu *Rana*, porodici Ranidae, red Anura, razred Amphibia, potkoljenu Vertebrata i koljenu Chordata kraljevstva Animalia. (Pough i sur. 2004). Vrsta nema opisanih podvrsta jer ne postoje velike morfološke i genetske razlike među populacijama (Capula i sur., 1991). Taksonomija se nije mijenjala od godine opisa vrste.

R. latastei je endem šireg područja nizine Padano-Veneta. Većina populacija nalazi se u Italiji, a izvan granica Italije zabilježeni su lokaliteti u Švicarskoj (područje Mendrisiotto u južnom Ticinu), u Sloveniji (Vipavska dolina i dolina rijeke Branice), te u Hrvatskoj (središnja Istra) (Capula i sur., 1991; Grossenbacher, 2002; Pobojšaj i Lešnik, 2003; Kletečki, 2003) (Slika 1.1.).

Rasprostranjenost u Hrvatskoj ograničena je na središnju i sjevernu Istru. Prvi put je zabilježena 1879. godine u okolini Pazina (Cej, 1944). Zatim je Schmidtler (1977) pronalazi u dolini rijeke Mirne (Motovunska šuma) na čijem je području zabilježena u nekoliko navrata do 2005. godine (npr. Kobašić, 2002; Schmidtler, 1977; Burlin i Dolce, 1986; Bressi, 1995). Burlin i Dolce (1986) navode i tri male doline prema granici sa Slovenijom (potoci Malinska, Pregon i Mlaka kod Zrenja).

Novija istraživanja započinju 2005. godine i provodi ih Hrvatsko Herpetološko Društvo – Hyla. Osim do tada poznatih nalaza zabilježeno je i mnogo novih lokaliteta: dolina rijeke Butonige, lijevi pritoci Mirne (Mlaka, Krvar i ostali manji tokovi); Bračana (desni pritok Mirne), područja pritoka akumulacije Butoniga, dolina Zamaski dol, okolica Buzeta, tok Mirne (odnosno Rečine) uzvodno od Buzeta kod zaseoka Kotli, pazinski sliv (potoci Lipa, Pazinčica i Brestovica) te Beramski potok. Lokaliteti koji su od prije poznati po literaturnim nalazima sad su potvrđeni i novim nalazima. Pretpostavlja se da je u prošlosti lombardijska žaba imala slične granice rasprostranjenosti, međutim zbog

ljudskih aktivnosti određeni je dio staništa unutar areala postao nepogodan za ovu vrstu, pa danas na području Hrvatske nalazimo nekoliko manjih odvojenih populacija. (Kuljerić, 2008, 2009, usmeno priopćenje).



Slika 1.1. Karta rasprostranjenosti vrste *Rana latastei* (IUCN RedList, 2010)

1.1.2 IZGLED

R. latastei je mala do srednje velika smeđa žaba, mužjaci dosežu dužinu do 55 mm, a ženke 75 mm. Ne postoje izraženije varijacije u morfologiji kod geografski udaljenih populacija te su primjerci iz različitih populacija uglavnom slični (Arnold i Overden, 2002).

Karakteriziraju ih dugačke stražnje noge (kad je noga istegnuta prema glavi, peta doseže preko vrha njuške), bubnjić je relativno malen i smješten malo dalje od oka, uglavnom ima kratku njušku sa zašiljenim vrhom iako postoje varijacije unutar i između populacija. Na leđima ima razdvojene dorzolateralne nabore. Obojenost je tipična za europske smeđe žabe. S dorzalne je strane relativno uniformna, sivkasto ili crvenkasto smeđe boje sa vrlo malo tamnih pjega (osim pruga na nogama). Moguća je prisutnost tamne pruge između očiju te obrnuti znak V između ramena. Na bočnim stranama glave prisutna je tamna maska karakteristična za smeđe žabe. Trbuh je bijeli, često sa sivkastim

oznakama. Iako nema jako izraženog seksualnog dimorfizma, mužjaci za vrijeme sezone parenja razvijaju tamno smeđe palčane žuljeve na prednjim nogama. Seksualno aktivni mužjaci također mogu razviti i tamno crveno-smeđe pjege na grlu te narančasto do crvenkasto obojenje na donjem dijelu bokova.

Izgledom je vrsta vrlo slična običnoj šumskoj žabi (*Rana dalmatina*), a osobine po kojima se najlakše raspoznaje od te često simpatrične vrste su tamno ispjegano grlo sa svjetlom prugom po sredini te bijela pruga iznad gornje usne koja završava oštro u ravnini oka (Slika 1.2.) Kod *R. dalmatine* ta pruga doseže vrh nosa. (Nöllert i Nöllert, 1992; Arnold i Overden, 2002).



Slika 1.2. Lombardijska žaba iz Motovunske šume

1.1.3 STANIŠTE

Vrsta *R. latastei* dolazi na području biljne zajednice *Quercus-Carpinetum boreoitalicum*. To su staništa poplavnih nizina rijeka i vlažnih listopadnih šuma sa bogatom vegetacijom i visokim nivoom podzemnih voda. Preferira staništa do 300 m nadmorske visine, međutim postoje i nalazi do 500 m. Prvenstveno je vezana uz razna vodena tijela i njihova močvarna (poplavna) područja. U vodu ulazi samo za vrijeme parenja, a ostatak vremena provodi na kopnu. Preferira sjenovita mikrostaništa sa konstantnim vlažnim uvjetima te dobro razvijenim slojem niske vegetacije. Povremeno se može naći i na vlažnim livadama vezanim uz listopadne šume.

Hibernira na kopnu, najviša udaljenost od vode na kojoj dolazi je oko 1 km. Za razliku od većine drugih vodozemaca ima ograničene migratorne sposobnosti pa je zbog toga u velikoj mjeri ovisna o kontinuitetu povoljnog staništa.

Možemo je naći i u antropogenim staništima, kao što su plantaže topole s gustim prizemnim slojem vegetacije te u obraslim kanalima za navodnjavanje. Takva antropogena staništa moraju biti dovoljno vlažna i nalaziti se blizu šuma za hibernaciju (Edgar i Bird, 2006).

1.1.4 EKOLOŠKE ZNAČAJKE

Jedinke vrste *R. latastei* veći dio godine proborave na kopnu. U vodi se zadržavaju samo za vrijeme parenja. Žive u blizini mrijestilišta i nemaju izražen selidbeni nagon. Hiberniraju na kopnu i pri tome često koriste nastambe malih sisavaca (Pozzi, 1980). Aktivnost izvan mjesta parenja najniža je kada je sloj vegetacije slabije razvijen, tj. u proljeće i rano ljeto. Za vrijeme parenja na mrijestilištima su aktivne i danju i noću. Tokom ljeta i rane jeseni kada je vegetacija gušća, povećava se i aktivnost jedinki, međutim najaktivnije su rano ujutro i predvečer. (Edgar i Bird, 2006).

Razdoblje razmnožavanja ove vrste je kasna zima i rano proljeće (veljača – travanj). Polažu mrijest u mirnim, sporo tekućim vodenim tijelima ili njihovim djelovima. Često su to mali bazeni u potocima, mrtvi rukavci i kanali, a ako takva staništa nisu

dostupna, lokve i ostala stajaća voda. Izbjegava sunčana i otvorena staništa te preferira zasjenjena mjesta (Pozzi, 1980; Ficetola i de Bernardi, 2004).

Mrijest sadrži otprilike 300 – 650 jaja koja se od drugih vrsta razlikuju po tanjoj želatinoznoj ovojnici (6-7 mm). Pričvršćen je na grančice i drugu podvodnu vegetaciju na dubini od 10–50 cm u većim ili manjim nakupinama u obliku kugli (Slika 1.3.). Tokom razvoja mrijest se podiže na površinu i punoglavci izlaze iz jaja nakon 2-4 tjedna. Daljnji razvoj traje 2–3 mjeseca i mlade žabe dužine 13–15 mm izlaze na kopnu krajem lipnja ili u srpnju (Edgar i Bird, 2006.).

Ova vrsta ima životni vijek od samo 4 godine (Guarino i Mazzotti, 2004). Zbog relativno kratkog životnog vijeka i zbog velike smrtnosti tokom zime brojnost im može znatno varirati iz godine u godinu (Corbett, 1989). To znači da se pojedine populacije mogu znatno povećati nakon dobre sezone, ali i potpuno nestati nakon loše sezone zbog odvojenosti populacija uslijed fragmentacije staništa.



Slika 1.3. Mrijest lombardijske žabe u Motovunskoj šumi

1.1.5 UGROŽENOST I ZAŠTITA

Lombardijska žaba u Hrvatskoj se nalazi u Crvenoj knjizi vodozemaca i gmazova Hrvatske sa statusom rizične vrste (VU) prvenstveno zbog mijenjanja i uništavanja staništa pogodnih za život.

Postojeće promjene staništa lombardijske žabe uključuju raskršćivanje šuma za poljoprivredne površine i urbanizaciju, fragmentaciju staništa, podizanje brane u dolini Butonige i potapanje staništa, regulaciju vodotoka, pogotovo rijeka Mirne i Butonige kojima je jednim dijelom preseljen tok iz starog korita u nova uređena korita – kanale te su na mnogim mjestima napravljeni i sustavi kanala za regulaciju protoka, isušivanje i navodnjavanje. To je dovelo do smanjenja nivoa podzemnih voda te polaganog propadanja šumskog ekosustava u dolinama Mirne (Motovunska šuma) i Butonige. Zagađenje vodenih tokova često vodi do eutrofikacije što negativno utječe na mriještenje, jer ova vrsta preferira bistre tokove s manjom količinom vegetacije, te na mortalitet jaja i punoglavaca. (Kuljerić, 2006; Janev Hutinec i sur., 2006)

Prometnice su, osim za fragmentaciju, odgovorne i za povećani mortalitet odraslih jedinki na tzv. crnim točkama. To su mjesta masovnog stradavanja vodozemaca na prometnicama. Reh i Seitz (1990), te Kuhn (1987) procijenili su da 24 – 40 automobila na sat ubije 50% migrirajućih jedinki *Bufo viridis*, a Heine (1987) je izračunao da bi 26 automobila na sat mogli smanjiti preživljavanje jedinki koje migriraju preko prometnice na nulu. Hrvatsko herpetološko društvo – Hyla zabilježilo je crne točke na nekoliko prometnica koje presijecaju Motovunsku šumu. Na lokalitetu kod Istarskih toplica gdje se staro korito Mirne nalazi uz prometnicu zabilježen je veliki broj zgaženih primjeraka vrsta *R. latastei* i *Bufo bufo*.

Na ovom prostoru su prisutne i određene alohtone vrste, poput nutrija, pojedinih ribljih vrsta, euro-američkih topola, pajasena i drugih biljaka. Nije poznato koliki je njihov utjecaj na populacije vrste *Rana latastei*.

Lombardijska žaba je zaštićena prema Zakonu o zaštiti prirode (NN 70/05) i Pravilniku o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 99/09) kao strogo zaštićena zavičajna divlja svojta. Jedan dio Motovunske šume (281.42 ha) zaštićen je kao Specijalni rezervat šumske vegetacije.

Na međunarodnoj razini vrsta je uvrštena u Dodatak 2 Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore (Direktiva o staništima). On navodi vrste značajne za Europsku zajednicu za čiju zaštitu je potrebno određivanje posebno zaštićenih područja. U Konvenciji o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Bernska konvencija) navodi se u Dodatku 2 koji je lista strogo zaštićenih vrsta životinja. Na IUCN Crvenoj listi označena je kao rizična vrsta s opasnosti od izumiranja (VU) čiji populacijski trend je u opadanju (IUCN,2010).

1.2 PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

1.2.1. GEOMORFOLOGIJA ISTRE

Istra je poluotok na sjevernom dijelu Jadranskog mora. Najveći dio površine poluotoka pripada Republici Hrvatskoj, dok mali postotak pripada Italiji i Sloveniji. Kopnena geografska granica Istre je Tršćanski zaljev između Milja i Trsta na zapadu te Preluka na istoku. Sjeverna granica je sjeverni rub Ćićarije od zaleđa Trsta do Kastva i Klane.

Na temelju geološkog sastava i različitih vrsta tala Istra je podjeljena na tri reljefne cjeline: brdoviti sjeverni rub – Bijela Istra, niže flišno pobrđe – Siva Istra i niske vapnenačke zaravni – Crvena Istra.

Bijela Istra je visoka zona poluotoka i dobila je taj naziv zbog golog krša i vapnenačkih goleti nastalih krčenjem šuma.

Središnji je dio poluotoka zbog naslaga fliša i velike zastupljenosti gline i njezine sive boje dobio naziv Siva Istra. Zbog vodonepropusnosti ovih naslaga taj prostor je znatno snižen erozijom i razdijeljen brojnim tekućicama. Važan dio ovog reljefa su doline rijeka Mirne i Raše s pritocima čiji je oblik uvjetovan sastavom stijena. Na mjestima s flišnom podlogom sustav pritoka je razgranata mreža, a tamo gdje prevladavaju karbonatne stijene rijeke su usjekle duboke kanjone. Zbog bujne vegetacije taj dio Istre poznat je i kao Zelena Istra, a u njemu prevladavaju uglavnom poljoprivredne površine.

Crvena Istra obuhvaća nisko i zaravnjeno primorsko područje. Tu je prisutna vapnenačka podloga koja je sklona kemijskom trošenju pa nastaju mnogobrojne

pukotine, ponikve, škrape, uvale, špilje, jame i ponori. Zbog blagih nagiba ispiranje tla je onemogućeno pa dolazi do nakupljanja crvenice po čemu je regija i dobila ime (Istrapedia, 2010).

1.2.2. SLIV RIJEKE MIRNE

Rijeka Mirna je najznačajniji površinski vodotok na području Istarske županije i to ne samo zbog veličine slivnog područja nego i zbog njenog vodnog bilansa. Veliki dio vodne bilance daju razni krški izvori.

Početkom sliva smatra se spoj bujičnih ogranaka Rečine i Drage uzvodno od Buzeta. Tok Mirne je dug 38.5 km nakon čega utječe u Tarsku valu na zapadnoj obali Istre. Mreža pritoka je vrlo razgranata, ali prevladavaju uglavnom površinski vodotoci s bujičnim karakterom. Mali dio sliva (7%) nalazi se na području Slovenije.

Područje sliva je reljefno raznoliko. Nadmorske visine se kreću od 0 m nadmorske visine na ušću do 1000 m na području Ćićarije. Dolinski, aluvijalni dio odlikuje se blagim nagibom i niskim nadmorskim visinama (do 200 m). Najveći dio sliva obuhvaća nadmorske visine od 200 do 400 m i odlikuje se blagim do umjerenim nagibima.

Postoje tri područja prihranjivanja sliva: podzemno sa Ćićarije prema izvoru Sv. Ivan, karbonatno područje Istarske toplice – Savudrija prema izvoru Bulaž i dio krškog područja južne Istre prema izvoru Gradole. Također ima i velike površinske dotoke s područja s flišnom nepropusnom podlogom. (Pavletić i sur., 2009)

1.2.3. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA

Klima Istre je umjereno topla vlažna klima koja se dijeli na „umjereno toplu vlažnu klimu s toplim ljetom (klima bukve)“, sa srednjom temperaturom srpnja 20-22°C, koju ima dio Istre s višim nadmorskim visinama, i na „umjereno toplu vlažnu klimu s vrućim ljetom“, gdje je srednja temperatura srpnja $\geq 22^{\circ}\text{C}$, a ima je veći dio Istre i Kvarnera (Šegota i Filipčić, 1996).

Na klimu sliva rijeke Mirne i cijelog istarskog područja utječe i činjenica da ovim pravcem zimi često prodiru ciklone koje idu iz mediteranskog u panonsko područje. Na oborinski režim bitni utjecaj imaju planinski masivi Učka i Ćićarija. Koločina oborina se znatno smanjuje kada idemo od višeg sjeveroistočnog dijela prema puno nižem području ušća. (Pavletić i sur., 2009)

1.2.4. MOTOVUNSKA ŠUMA – DOLINA MIRNE I BUTONIGE

Motovunska šuma zauzima područje koje se pruža dolinom rijeke Mirne – od Istarskih toplica sv. Stjepana do crkvice sv. Petra zapadno od Livada, te dolinom rječice Butonige – od njena utoka u Mirnu do zaseoka Šćulci podno brda Breg (Pavletić i sur., 2009).

Razvijena je na tlima nastalima na naplavinama uz rijeke Mirnu i Butonigu, koja se odlikuju visokom razinom podzemnih voda i povremenim poplavama, osobito u jesen i proljeće. Zbog takvih uvjeta ovdje su razvijene azonalne zajednice šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke (*Genisto elate–Quercetum roburis*) te šume hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli–Quercetum roburis*). Najzastupljeniji su hrast lužnjak (*Quercus robur*) i poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*), a prisutni su još i bijeli grab, poljski javor, poljski brijest, bijela joha i vrbe. Na tom području prisutna je i kultura euroameričkih topola (*Populus sp.*) Nedaleko Istarskih toplica područje od 1 ha zauzima kultura močvarnog taksodija *Taxodium distichum*, koje je dio Specijalnog rezervata šumske vegetacije s površinom od 300 ha. (Pavletić i sur., 2009)

Motovunska je šuma od najstarijih vremena bila državna šuma, pa su njena sječa i gospodarenje bili uređeni posebnim zakonima. U doba Mletačke Republike prostirala se na površini od 1738 ha, 1971. godine zauzimala je površinu od 1274 ha, a danas je pod šumom još samo 994 ha. Vodoprivreda Hrvatske je 1971. god. donijela plan premještanja korita rijeke Mirne na južnu stranu doline i izgradnju nove ceste. Predviđeno je da se površina pod šumom uz novo korito i cestu iskrči i počne rabiti u ratarske svrhe. Zbog toga su iskrčeni veliki dijelovi šume na nekoliko različitih lokacija, a potom radi izgradnje akumulacijskog jezera Butoniga i dio šume u gornjem toku rječice Butonige (Bragato i sur., 2004).

1.3. STANIŠTA MRIJEŠTENJA

Stanište koje ženka odabire za polaganje jaja ovisi o vrsti koju proučavamo, ali i o raznim biotičkim i abiotičkim uvjetima. Prema dosadašnjim istraživanjima *Rana latastei* izbjegava sunčana i otvorena staništa koja preferiraju druge vrste (Pozzi, 1980; Ficetola i de Bernardi, 2004). Staništa na kojima se mrijeste su uglavnom dobro zasjenjena. Na staništima gdje su prisutne vrste *R. latastei* i *R. dalmatina*, lombardijska žaba preferira mjesta s higrofilnom vegetacijom i višim krošnjama, a vrsti *R. dalmatina* više odgovaraju otvorena staništa (Bernini i sur., 2004.). Prisutnost kompetitorske vrste utječe i na odabir staništa nakon izlaska iz jaja. U slučaju kada su prisutni punoglavci vrste *R. dalmatina*, punoglavci vrste *R. latastei* biraju sjenovitija staništa nego u slučaju kada kompetitorska vrsta nije prisutna (Bravin i Bressi 2004).

Poznato je da modifikacije staništa utječu na različite aspekte životnih ciklusa vodozemaca. Što se tiče same lombardijske žabe aktivnosti odvodnje vode iz poplavnih područja i kanaliziranje tokova izravno utječu na sveukupno propadanje staništa zbog snižavanja razine podzemnih voda (Edgar i Bird, 2006). Primjećeno je da su modifikacije vodnog režima rijeke Mirne i Butonige dovele do smanjenja količine vode u samoj šumi i isušivanja tla (Bragato i sur., 2004) što nepovoljno utječe na lombardijsku žabu koja voli vlažna mikrostaništa. Na području Motovunske šume lombardijska žaba se mrijesti u starom koritu rijeka Mirne i Butonige, u mnogim kanalima u šumi (napravljeni još u doba Venecije) te potocima koji utječu u obje rijeke. Pojedini potoci su kanalizirani te im je uklonjen rubni pojas vegetacije – grmlje, drveće i visoke zeljaste biljke. Svaki nekoliko godina uklanja se ponovno izrasla vegetacija, uključujući trsku i šaš u samoj vodi, i to često u periodu razmnožavanja smeđih žaba.

Osim što je kanaliziranje promijenilo strukturu staništa cjelokupnog toka (Slika 1.4.), takav način upravljanja dovodi i do masovnog uništavanja već položenog mrijesta u tim tokovima. Slabo je poznato kakav utjecaj kanaliziranja tokova i čišćenje rubnog sloja vegetacije imaju na mikrostaništa mrijestilišta.



Slika 1.4. Lokalitet Butoniga – neregulirani tok i lokalitet Mlaka – regulirani tok

1.4 CILJ ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno je u sklopu projekta Hrvatskog herpetološkog društva - Hyla »Monitoring lombardijske smeđe žabe, *Rana latastei*, u Hrvatskoj». Dio je preliminarnih istraživanja kvalitete staništa vrste i utjecaja upravljanja područjem na ugroženost vrste. Dobiveni će rezultati služiti kao osnova za daljnja istraživanja. U ovom radu obradila sam podatke nizinskih populacija, odnosno područja Motovunske šume. Postavila sam nekoliko osnovnih pitanja na koja u ovom radu pokušavam odgovoriti.

1. Koje su karakteristike mikrostaništa mrijestilišta različite između nereguliranih i reguliranih tokova nizinske populacije vrste *R. latastei*?
2. Da li postoji razlika u brojnosti mrijesta između reguliranih i nereguliranih tokova?

2. MATERIJALI I METODE

2.1 PRIKUPLJANJE PODATAKA

Terenski dio istraživanja proveden je od 7. do 15. ožujka 2009. godine. Uzorkovalo se za vrijeme najintenzivnijeg razmnožavanja vrste. Rad na terenu provodili su članovi Hrvatskog herpetološkog društva - Hyla u sklopu projekta monitoringa vrste *Rana latastei* u Hrvatskoj.

Lokaliteti istraživanja odabrani su prema podacima o aktivnim mrijestilištima iz prijašnjih godina. Duž tokova napravili smo transekte. Za svako od mrijestilišta zabilježena je GPS koordinata uređajem Garmin eTrex Vista HCx. Na svakoj točki zabilježili smo broj mrijestećih kugli. Sondom Hanna HI-98130 Combo Meter mjerili smo temperaturu (°C), konduktivitet ($\mu\text{S}/\text{cm}$), koncentraciju ukupnih otopljenih tvari (total dissolved solids, TDS; ppm) i pH na dubini od 10 cm kada se vrijednost temperature ustalila.

Konduktivitet vode direktno je povezan s koncentracijom otopljenih ioniziranih krutih tvari. Ioni tih otopljenih krutih tvari u vodi su odgovorni za sposobnost vode da provodi električnu struju. Iz konduktiviteta se može odrediti približna vrijednost ukupnih otopljenih čvrstih tvari (TDS). Sonda koju smo koristili na terenu bilježi konduktivitet i onda iz njega izračunava TDS pa smo zbog veće točnosti koristili samo konduktivitet pri obradi podataka.

Bilježili smo i fizičke karakteristike mrijestilišta. Na skali od 0 do 3 bilježili smo količinu vodene i obalne vegetacije te protočnost. Vrijednost 0 označava da nema vegetacije određenog tipa, odnosno da je voda stajaća, a vrijednosti 1-3 označavaju relativnu količinu vegetacije, odnosno relativnu brzinu protoka vode. Obalna vegetacija podjeljena je u kategorije: zeljasto bilje, grmlje i drveće. Vodena vegetacija podjeljena je u kategorije: vegetacija na površini, vegetacija u stupcu vode i granje koje se nalazi u vodi (granje obalnih stabala i grmlja, otpalo granje). Zasjenjenost mrijestilišta smo bilježili u postocima. Nagib obale bilježili smo u 3 kategorije: položena (0-20°), kosa (20-60°) i strma (60-90°). Bilježili smo dubinu lokaliteta u centimetrima, je li tok

reguliran (kanaliziran). Regulirani tokovi su oni kojima je izravnavano korito i uklonjena vegetacija s rubnog pojasa. Neregulirani tokovi su stara korita rijeka te kanali i ostali manji tokovi u šumi koji su zadržali prirodan sastav vegetacije.

Sve lokalitete smo fotografirali. GPS koordinate smo unijeli u program ESRI ArcGIS te je pomoću njega izmjerena duljina obrađivanih transekata u metrima na mjerilu 1:5000.

Jednom od reguliranih tokova koji je bio predviđen za prikupljanje podataka je očišćena vodena vegetacija (trska) u periodu mriještenja (Slika 2.1.), te je zbog toga i bujičnih voda uslijed velikih kiša mrijestilište dužine cca 900 m propalo - na jednom mjestu gdje se zadržalo nešto ostatka posiječene trske pronašli smo manji broj mriješta u poodmaklom stadiju što potvrđuje da je mrijestilište bilo aktivno u 2009. godini.



Slika 2.1. Lokalitet Gradinje – propalo mrijestilište

2.2 OBRADA PODATAKA

Dobivene podatke obrađivala sam pomoću programa Microsoft Office Excell 2007 i IBM SPSS Statistics 19.

Za opis osnovnih podataka koristila sam standardnu deskriptivnu statistiku (broj uzoraka, srednje vrijednosti, standardne devijacije, najveće i najmanje vrijednosti, postotni udjeli i box-plot dijagram). Pregled distribucije podataka napravila sam grafičkim metodama (histogram) i ustanovila da podaci ne pokazuju normalnu distribuciju. Za daljnje analize, gdje je bilo potrebno, koristila sam ne parametarsku statistiku.

Za analizu karakteristika mrijestilišta različitih između nereguliranih i reguliranih tokova skupove podataka analizirala sam pomoću PCA (Principal component analysis). Od dobivenih faktora izbacila sam iz daljnje analize sve one kojima je eigen-vrijednost bila manja od 1. Preostale faktore testirala sam na različitosti s obzirom na regulaciju toka koristeći multivarijatne testove te univarijatnu ANOVA-u.

Kako bi utvrdila postoje li razlike u brojnosti mrijesta između reguliranih i nereguliranih tokova koristila sam Mann-Whitney U test. Također sam izračunala broj mrijesta po metru dužine toka za obje kategorije.

3. REZULTATI

Deskriptivna statistika napravljena je za mjerne varijable i rezultati su prikazani u tablicama 3.1. i 3.2.

Tablica 3.1. Deskriptivna statistika izmjerenih varijabli za neregulirane tokove

	N	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
DUBINA (cm)	82	10	80	28,98	20,057
ZASJENJENOST	82	10	90	64,02	18,699
pH	82	7,15	8,44	7,6361	,17744
KONDUKTIVITET	82	415	850	635,30	121,104
TDS (ppm)	82	214	432	324,33	61,877
TEMP. VODE (°C)	82	5,00	12,60	8,0183	1,96900
BR. MRIJESTA	82	1	325	60,84	71,668

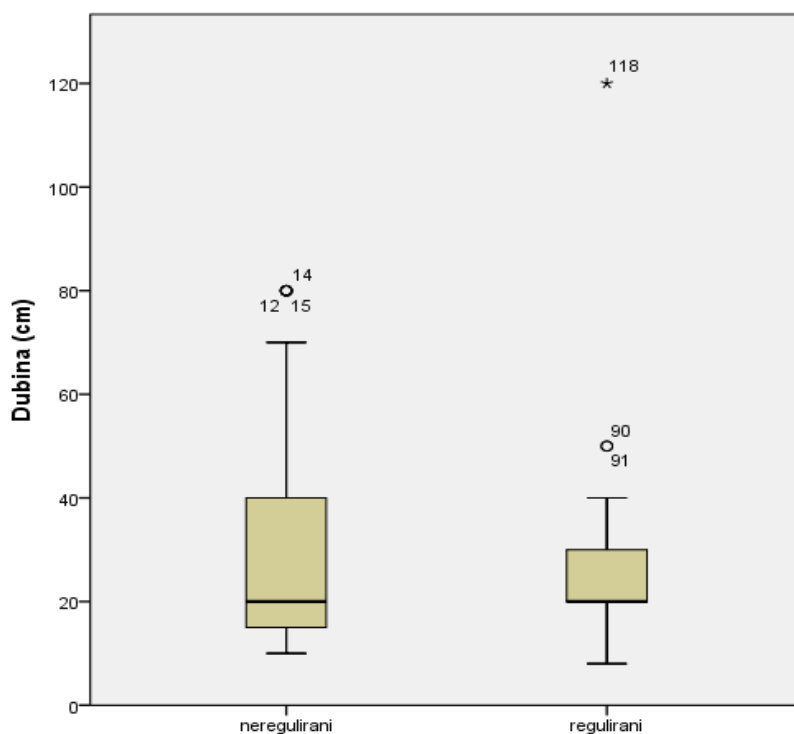
Tablica 3.2. Deskriptivna statistika izmjerenih varijabli za regulirane tokove

	N	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
DUBINA (cm)	36	8	120	25,64	19,079
ZASJENJENOST	36	0	0	,00	,000
pH	36	7,42	8,30	7,7767	,19280
KONDUKTIVITET	36	509	630	547,00	25,677
TDS (ppm)	36	227	340	278,03	22,583
TEMP. VODE (°C)	36	8,00	15,50	13,6722	1,50478
BR. MRIJESTA	36	1	93	24,50	20,391

U tablicama su prikazani najmanja, najveća i srednja vrijednost parametara te njihova standardna devijacija. Iz tablica možemo vidjeti da su kod nereguliranih tokova srednje vrijednosti mrijesta puno veće nego kod nereguliranih. Veće su i srednje vrijednosti TDS, konduktiviteta i dubine, dok je srednja vrijednost temperature manja. Vrijednost pH je slična za obje vrste tokova.

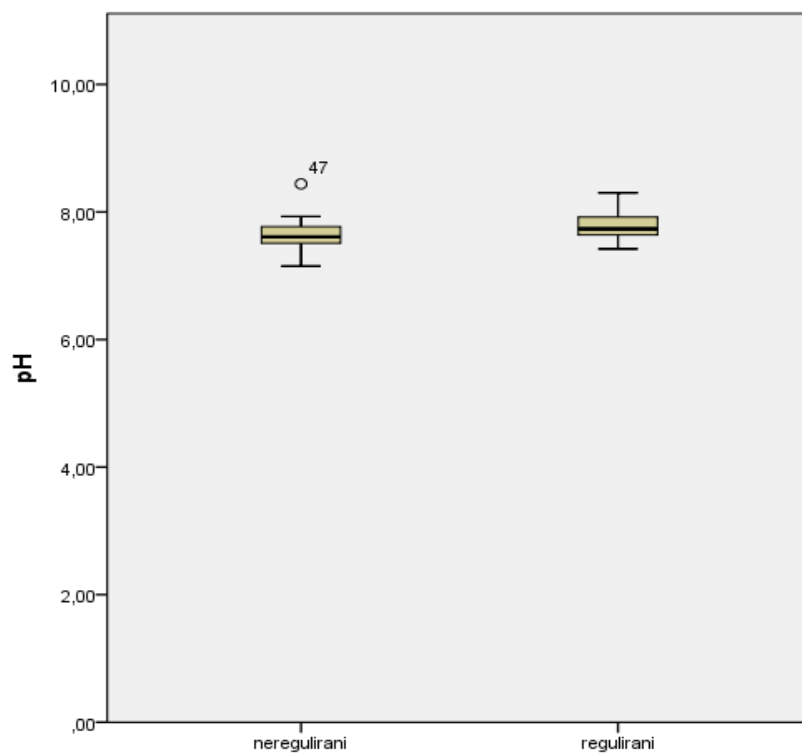
3.1 RAZLIKA IZMEĐU MIKROSTANIŠTA MRIJESTILIŠTA REGULIRANIH I NEREGULIRANIH TOKOVA

Da bi ustanovila postoje li razlike u karakteristikama mikrostaništa mrijestilišta između nereguliranih (prirodnih) i reguliranih (kanaliziranih) tokova testirala sam bilježene parametre. Rezultati grafičke analize značajki mrijestilišta prikazani su box-plot dijagramom te stupčastim dijagramom s udjelima kategorija.



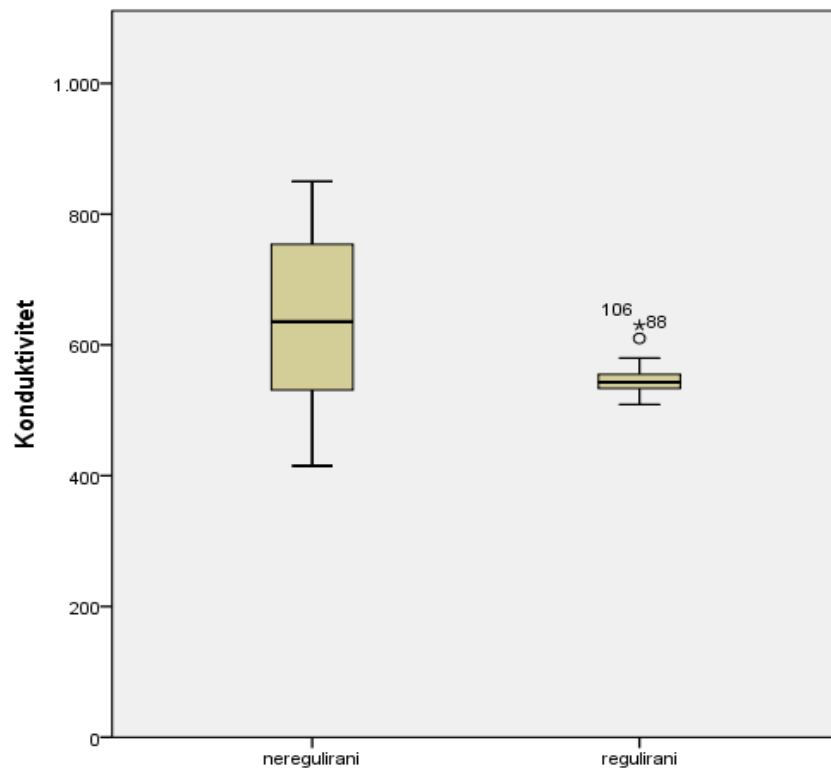
Slika 3.1. Box-plot prikaz dubine mrijestilišta između dva tipa tokova

Slika 3.1. prikazuje razliku u dubini mrijestilišta između dva tipa tokova. Medijan mjerenih vrijednosti u obe grupe je 20 cm, ali je raspon vrijednosti dubine ne kojoj je postavljen mrijest puno veći kod nereguliranih tokova.



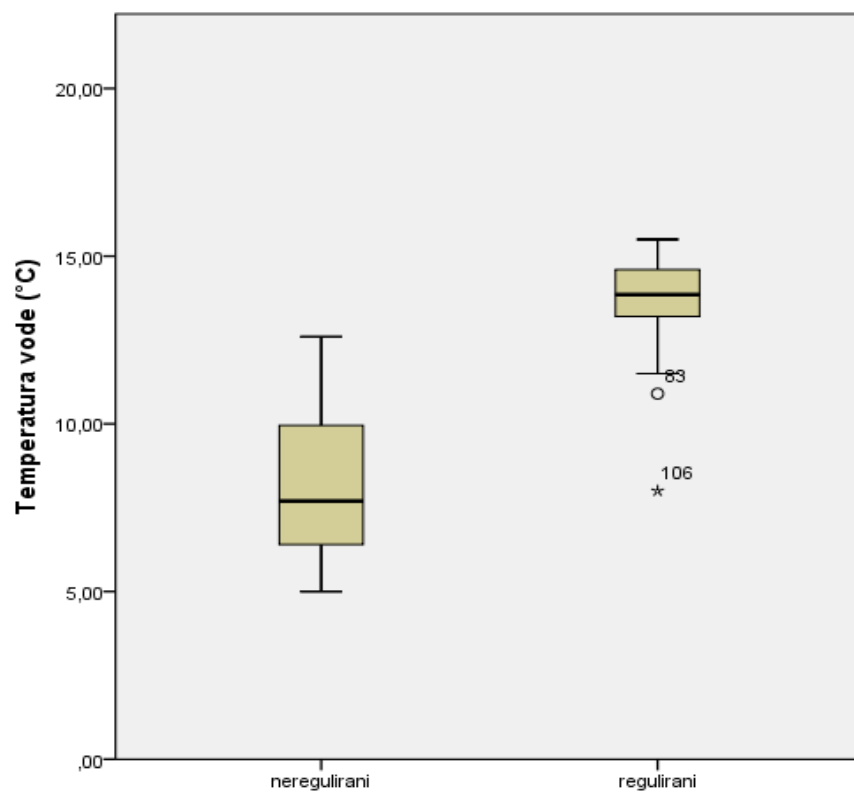
Slika 3.2. Box-plot prikaz pH mrijestilišta između dva tipa tokova

Na slici 3.2. prikazana je razlika u pH između dva tipa tokova. Iz grafa se vidi da je medijan vrijednosti pH nešto niži za neregulirane tokove.



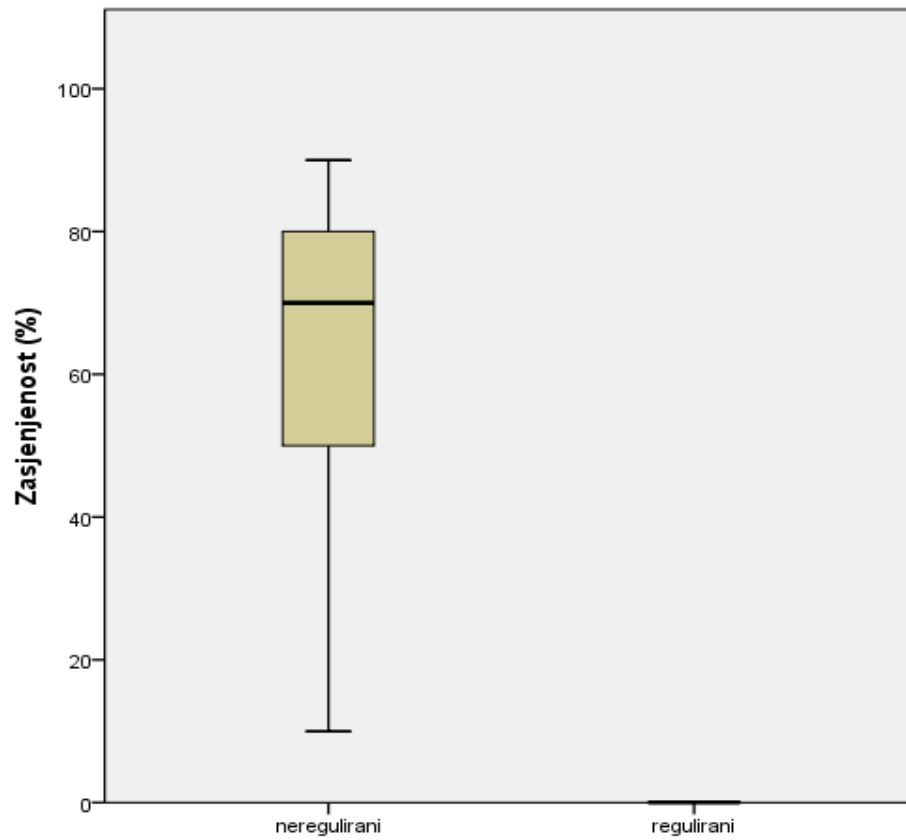
Slika 3.3. Box-plot prikaz konduktivitet mrijestilišta između dva tipa tokova

Na slici 3.3. prikazana je razlika u konduktivitetu između dvije vrste tokova. Iz grafa se vidi da je raspon vrijednosti i medijan konduktiviteta veći za neregulirane tokove.



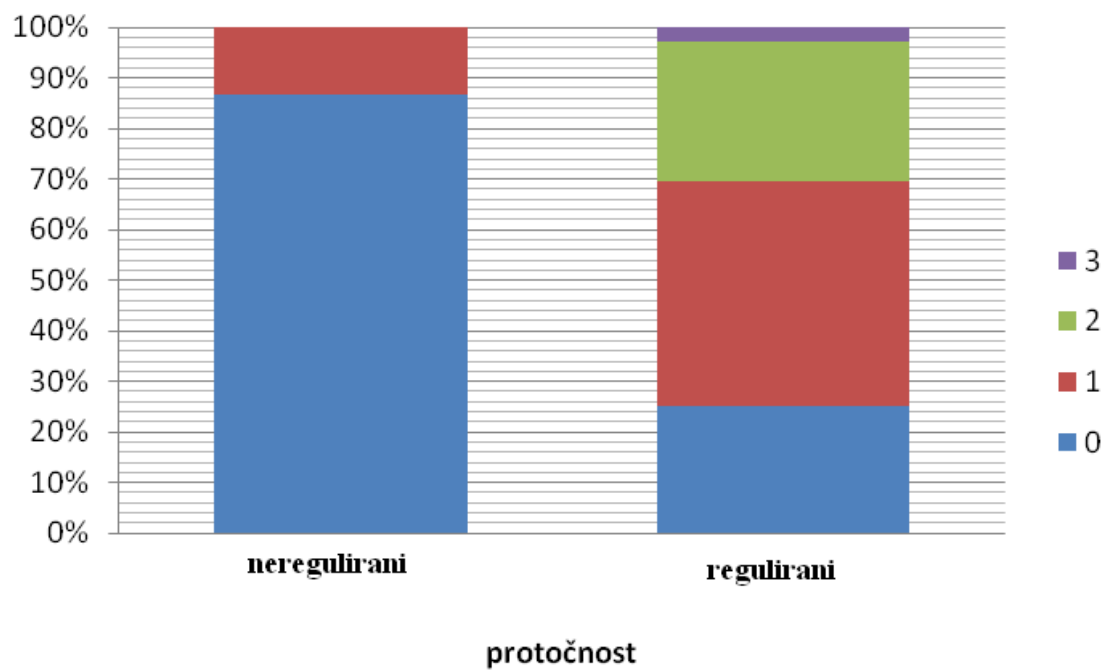
Slika 3.4. Box-plot prikaz temperature mrijestilišta između dva tipa tokova

Na slici 3.4. prikazana je razlika temperature između dvije vrste tokova. Raspon vrijednosti je veći, a medijan manji za neregulirane tokove.



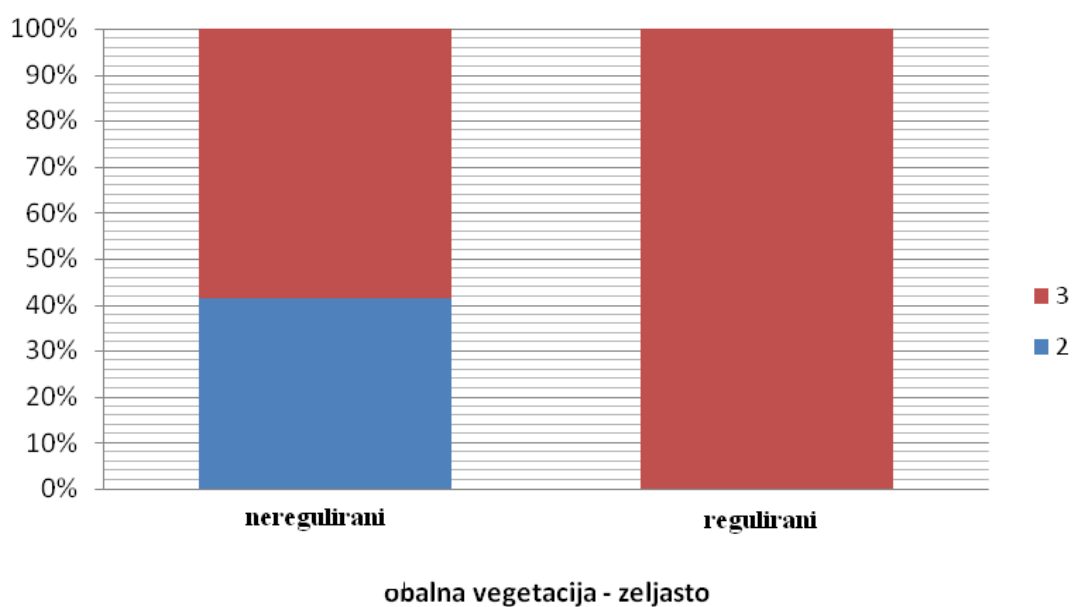
Slika 3.5. Box-plot prikaz zasjenjenosti mrijestilišta između dva tipa tokova

Na slici 3.5. prikazan je raspon vrijednosti i medijan zasjenjenosti za neregulirane tokove. Kod reguliranih tokova zasjanjenost je uvijek 0 jer nema visoke vegetacije.



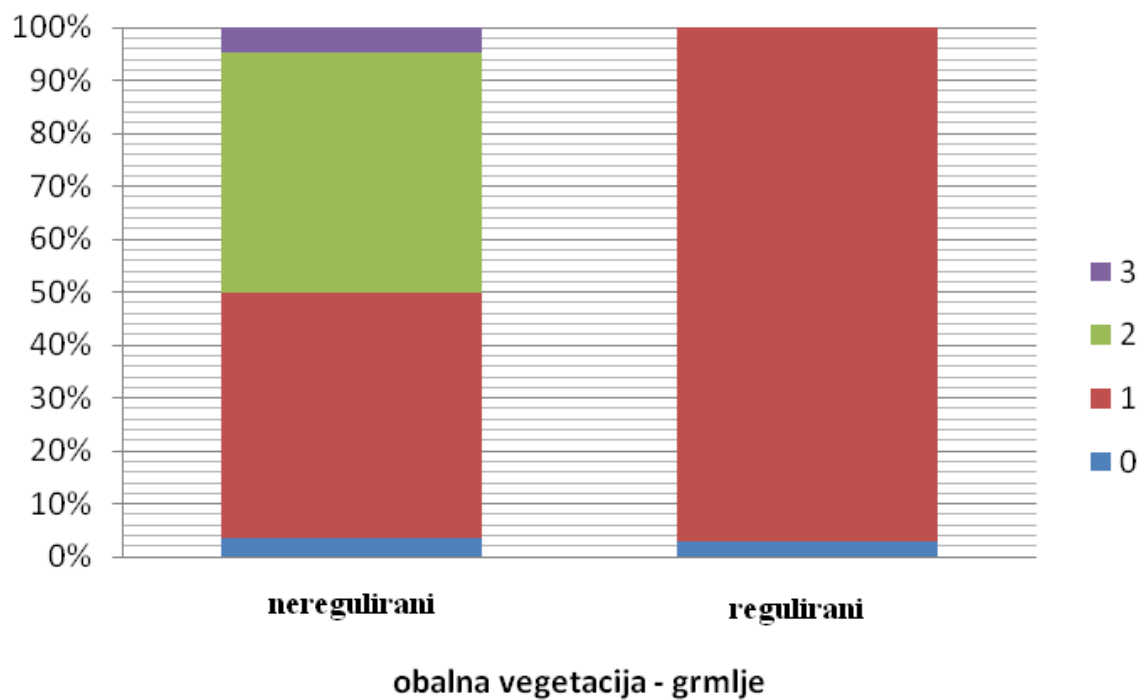
Slika 3.6. Brzina protočnosti između dva tipa tokova

Na slici 3.6. vidi se razlika u protočnosti između dva tipa mjestilišta. Kod nereguliranih tokova mrijest je položen na stajaćim ili slabo protočnim mjestima, dok se kod reguliranih tokova mrijest može naći i na mjestima veće protočnosti.



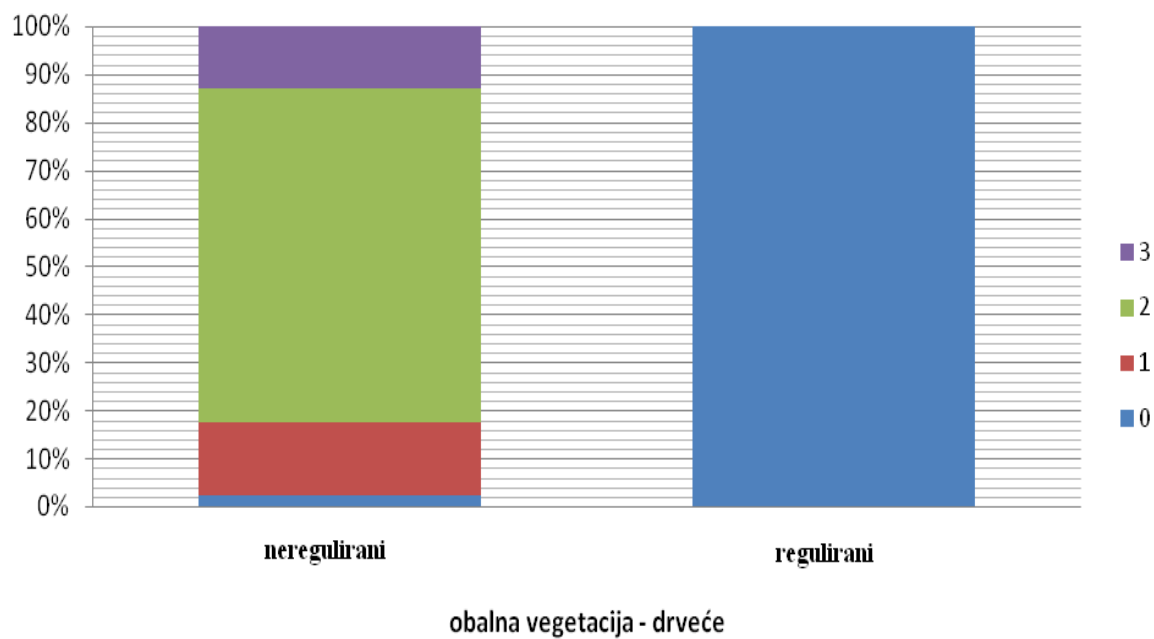
Slika 3.7. Količina zeljaste obalne vegetacije između dva tipa tokova

Slika 3.7. pokazuje razliku u količini zeljaste obalne vegetacije kod reguliranih i nereguliranih tokova. Ne postoje mrijestilišta s vrlo malo ili bez zeljaste obalne vegetacije, dok sva mrijestilišta kod reguliranih tokova imaju puno zeljaste vegetacije.



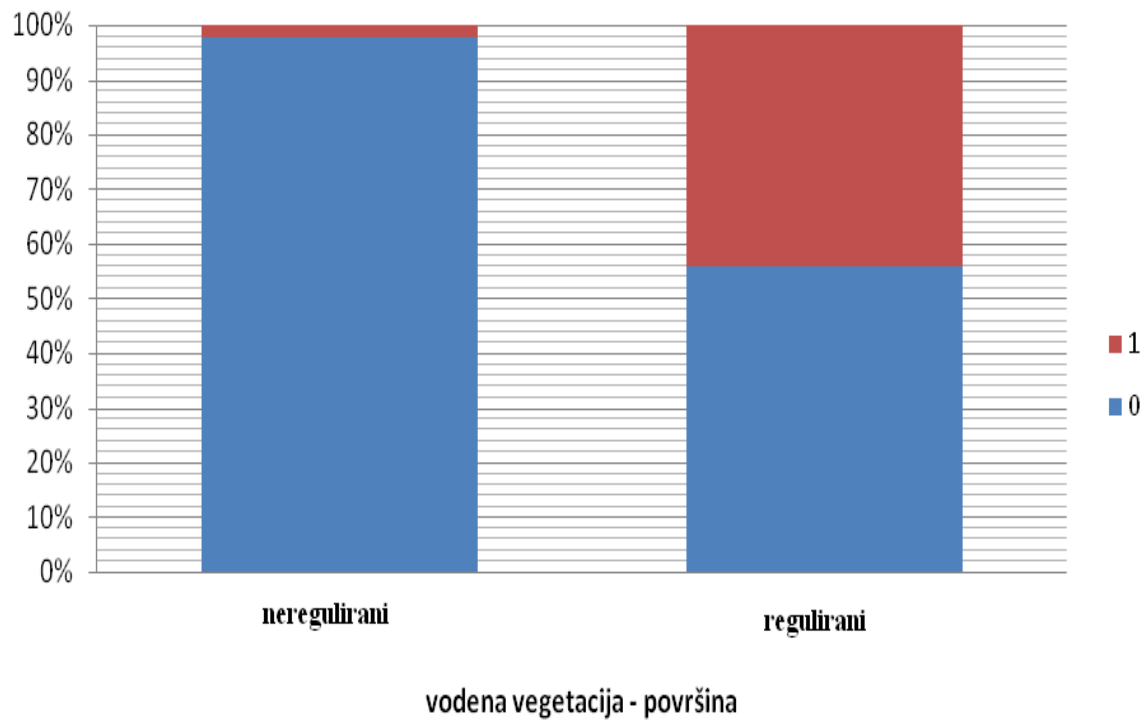
Slika 3.8. Količina grmlja između dva tipa tokova

Na slici 3.8. vidi se razlika u količini grmlja na obali kod dva tipa tokova. Kod nereguliranih tokova gustoća grmlja varira, iako najveći dio mrijestilišta ima srednju gustoću.



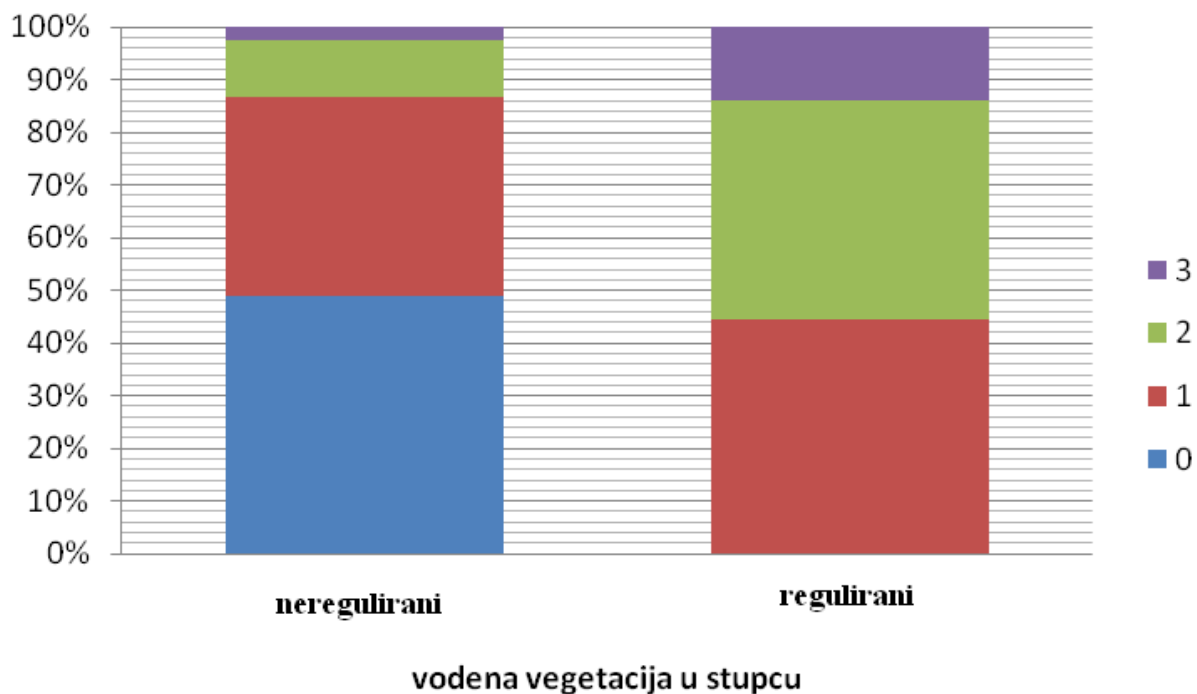
Slika 3.9. Količina drveća između dva tipa tokova

Na slici 3.9. vidi se razlika u količini drvaća između dva tipa tokova. Za regulirane tokove ta je vrijednost uvijek 0 jer nema visoke vegetacije, dok kod nereguliranih varira.



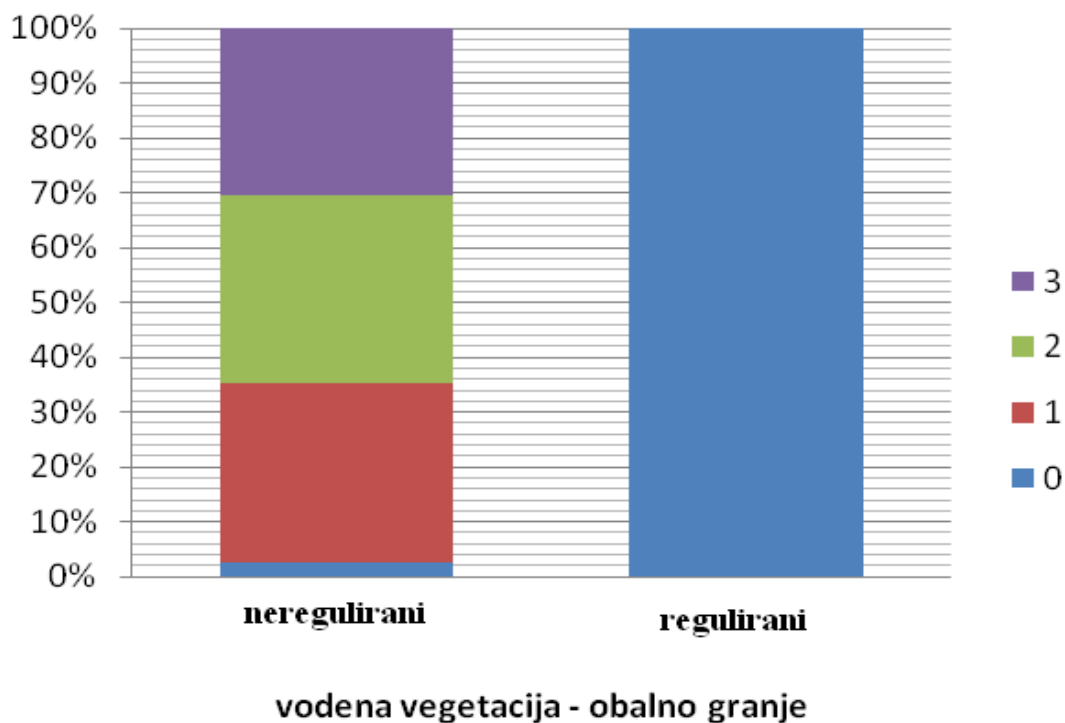
Slika 3.10. Količina površinske vodene vegetacije između dva tipa tokova

Slika 3.10. pokazuje količinu površinske vodene vegetacije između dva tipa tokova. Većina mrijestilišta u nereguliranim tokovima nema površinsku vegetaciju. Kod reguliranih tokova postoji podjednaki broj mrijestilišta s malo ili bez površinske vegetacije.



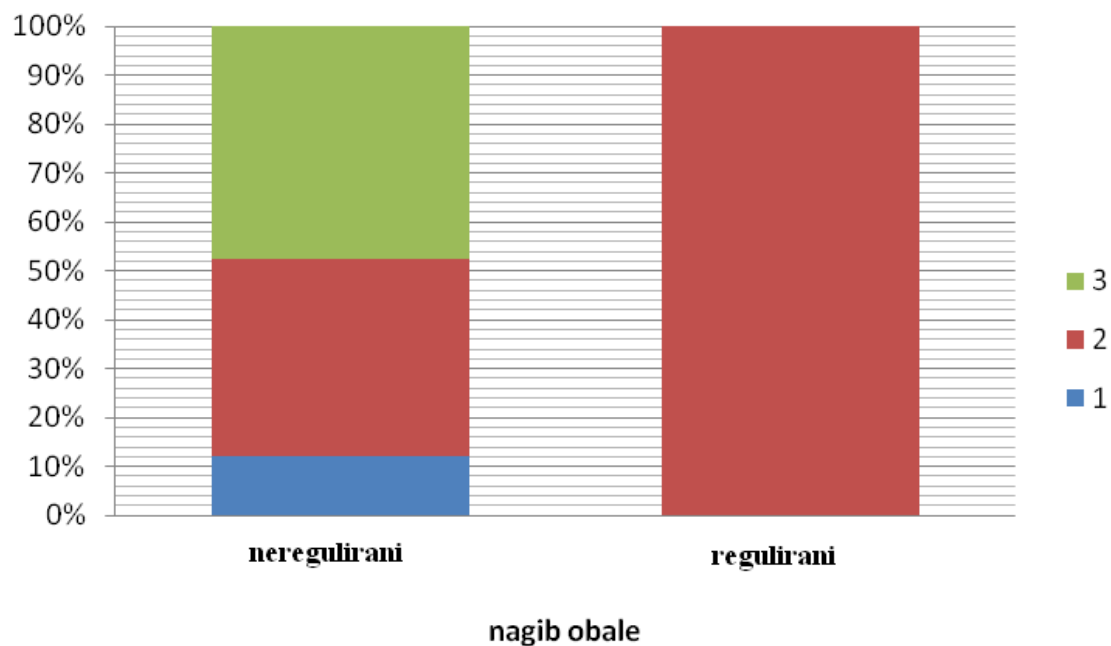
Slika 3.11. Količina vodene vegetacije u stupcu između dva tipa tokova

Na slici 3.11. vidi se razlika u količini vodene vegetacije u stupcu između dva tipa tokova. Kod reguliranih tokova ne postoje mrijestilišta bez takve vegetacije jer je to jedina vegetacija na takvim lokalitetima na koju se može polagati mrijest. Kod nereguliranih tokova gdje postoji granje s obale na koje *R. latastei* polaže mrijest postoje i lokaliteti bez vodene vegetacije u stupcu vode.



Slika 3.12. Količina vodene vegetacije u obliku obalnog grmlja između dva tipa tokova

Na slici 3.12. vidi se razlika u količini vodene vegetacije u obliku vodenog granja između dva tipa tokova. Kod reguliranih tokova je ta vrijednost uvijek 0 jer se takva vegetacija uklanja. Takva mrijestilišta postoje i kod nereguliranih tokova, iako su masovna mrijestilišta s visokim brojem mrijestjećih kugli uvijek na lokalitetima s visokom količinom ovakve vegetacije.



Slika 3.13. Nagib obale između reguliranih dva tipa tokova

Slika 3.13. pokazuje rezliku u nagibu obale između dva tipa tokova. Kod reguliranih kanala koji se održavaju taj nagib je uvijek približno isti. Kod nereguliranih tokova najveći dio mrijestilišta ima strme obale, nešto manji kose, a najmanji dio položene obale.

Zatim sam provela faktorijalnu analizu pomoću koje sam pokušala utvrditi koji čimbenici najbolje objašnjavaju varijabilnost između mrijestilišta.

Tablica 3.3. Rezultati faktorijalne analize za čimbenike mikrostaništa mrijestilišta za lombardijsku žabu u Motovunskoj šumi (masnim brojevima označeni su zadržani faktori)

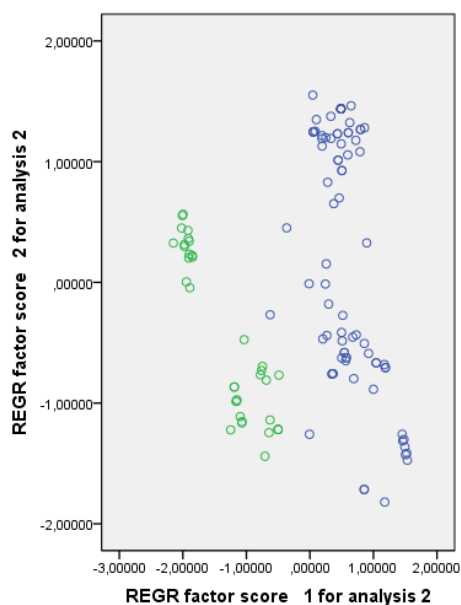
PCA osi (faktori)	Eigen vrijednosti		
	Ukupna vrijednost	Postotak	Kumulativni postotak
1	5,477	42,132	42,132
2	2,245	17,272	59,404
3	1,056	8,126	67,530
4	,962	7,400	74,931
5	,797	6,132	81,063
6	,677	5,209	86,271
7	,489	3,758	90,029
8	,377	2,901	92,929
9	,297	2,287	95,217
10	,242	1,865	97,082
11	,183	1,411	98,493
12	,109	,842	99,335
13	,086	,665	100,000

Tablica 3.3 pokazuje rezultate faktorijalne analize podataka za čimbenike mikrostaništa mrijestilišta za vrstu *R.latastei* u Motovunskoj šumi. Masnim brojevima označena su tri zadržana faktora koji zajedno objašnjavaju 67,5% varijacije među podacima.

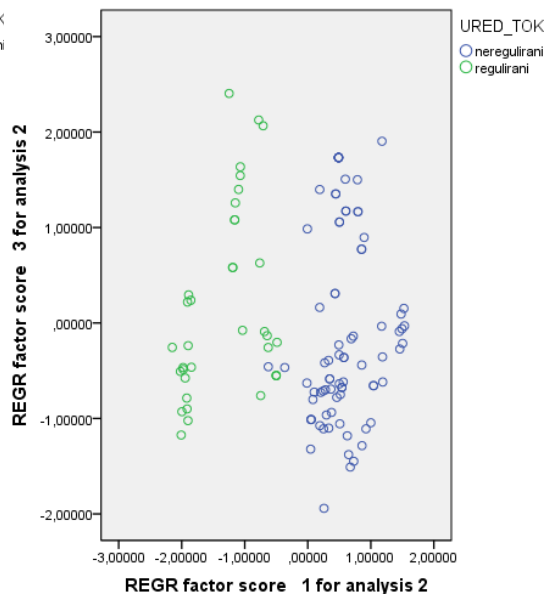
Tablica 3.4. Korelacija izdvojenih faktora s karakteristikama mikrostaniša (masnim brojevima su označene značajne korelacije)

	Faktori		
	1	2	3
DUBINA	,055	,377	,630
PROTOČNOST	-,651	-,063	,398
ZASJENJENOST	,865	,301	-,012
OVEG_zelj	-,248	-,361	-,550
OVEG_grm	,349	,482	-,066
OVEG_drv	,818	,430	-,025
VVEG_povr	-,742	,104	-,187
VVEG_stup	-,353	-,710	-,105
VVEG_obgranj	,816	,253	-,008
pH	-,245	-,112	,828
KONDUKTIVITET	,148	,864	,240
TEMP. VODE	-,756	-,441	,045
NAGIB OBALE	,054	,877	,128

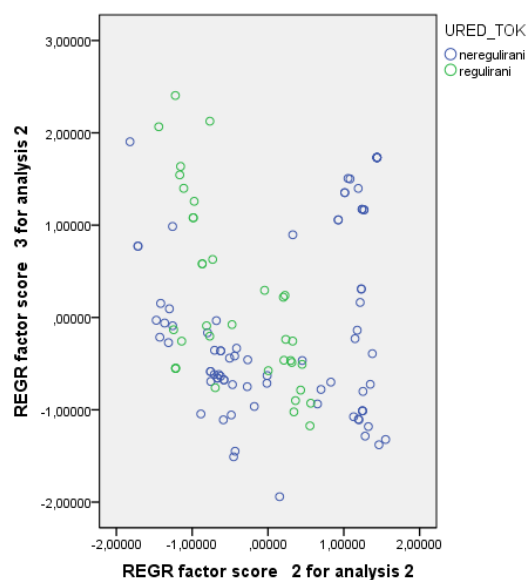
Na tablici 3.4. se vidi od kojih se varijabli sstoje pojedini faktori te da li su i u kojem smjeru varijable značajno povezane s pojedinim faktorom. Sve iznad apsolutne vrijednosti 0,7 su označene masnim brojevima i značajno su povezane.



a)



b)



c)

Slika 3.14. a) Razdvajanje mrjestilišta po 1.(x os) i 2. (y os) faktoru

b) razdvajanje mrjestilišta po 1.(x os) i 3. (y os) faktoru

c) razdvajanje mrjestilišta po 2.(x os) i 3. (y os) faktoru

Na slici 3.14. promatrani lokaliteti razdvojeni su po faktorima iz predhodne analize. Na taj načini možemo provjeriti da li se naše pretpostavljene grupe stvarno razlikuju po karakteristikama koje smo mjerili.

Zadržane faktore ispitala sam MANOVA analizom koja je pokazala da postoje značajne razlike između mikrostaništa mrijestilišta kod nereguliranih i reguliranih tokova (Wilks' Lambda= 0.121, $\eta^2_{114} = 275.584$, $P < 0.001$).

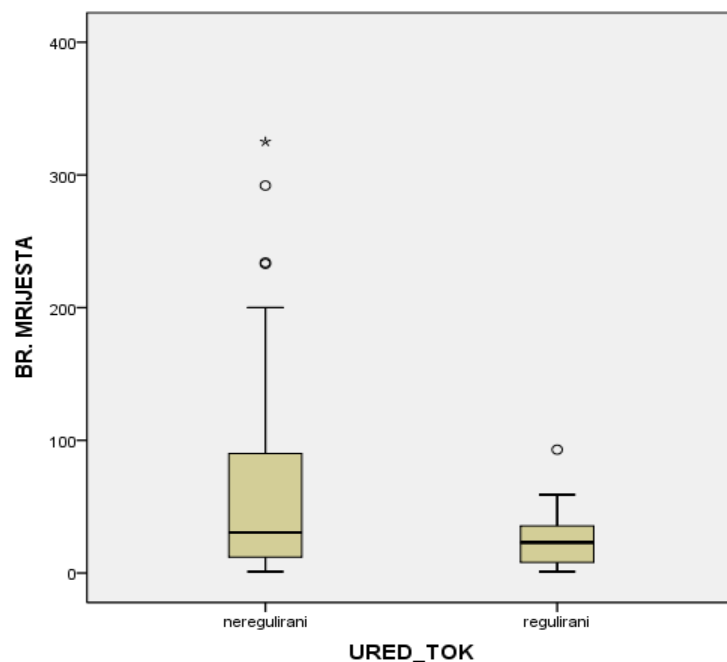
Daljnje ispitivanje ANOVA analizom pokazuje značajan utjecaj regulacije tokova na faktor jedan ($F_{1,16} = 392.5$, $P < 0.001$) i na faktor dva ($F_{1,16} = 12.034$, $P = 0.001$), dok utjecaj regulacije tokova na faktor tri nije značajan.

3.1.1 OBJAŠNJENJE FAKTORA I UTJECAJ REGULACIJE NA MRIJESTILIŠTA

Faktor 1 se sastoji od slijedećih značajki: zasjenjenost mrijestilišta, količina obalnog drveća i količina granja u vodi su značajno pozitivno korelirani, dok je vegetacija na površini vode i temperatura vode značajno negativno korelirana sa prvim faktorom. Daljnja analiza pokazuje da ovaj faktor značajno odvaja lokalitete prema tome jesu li regulirani ili nisu. Karakteristike mikrostaništa mrijestilišta u nereguliranim, odnosno prirodnim, u odnosu na regulirane tokove pokazuju slijedeća svojstva: veću zasjenjenost, više drveća na obali i granja u vodi te manje vegetacije na površini i niže vrijednosti temperature vode.

Faktor 2 se sastoji od slijedećih značajki: nagib obale i konduktivitet su značajno pozitivno korelirani, dok je količina vegetacije u stupcu vode značajno negativno korelirana sa drugim faktorom. Daljnja analiza pokazuje da ovaj faktor značajno odvaja lokalitete prema tome jesu li regulirani ili ne. Karakteristike mikrostaništa mrijestilišta u nereguliranim, odnosno prirodnim, u odnosu na regulirane tokove pokazuju slijedeća svojstva: manje zeljaste vegetacije na obali, veći nagib obale i veći konduktivitet.

3.2 RAZLIKA U RELATIVNOJ KOLIČINI MRIJESTA



Slika 3.15 Box-plot prikaz broja mriješta između dva tipa tokova

Mann-Whitney U test pokazuje da je relativna brojnost mriješta (broj mriještećih kugli po mrijestilištu) veća u nereguliranim odnosno prirodnim tokovima od reguliranih ($P = 0.028$)

Relativna gustoća mriješta (broj mriješta/metar dužine linijskih lokaliteta) za neregulirane tokove iznosi 1,42 mriješta/m, a za regulirane tokove iznosi 0,34 mriješta/m. Razliku u relativnoj gustoći mriješta nismo statistički testirali zbog malog broja uzoraka, naime ukupni broj obrađenih tokova je 13, od čega 9 nereguliranih i 4 regulirana.

Tablica 3.5. Popis transekata s relativnom gustoćom mriješta

Transekti	regulirani	dužina (m)	broj mriješta	broj mrijestilišta	br mriješta/m
Transekt 1	0	1014	1208	19	1,19
Transekt 2	0	917	1409	18	1,54
Transekt 3	0	215	225	10	1,05
Transekt 4	0	292	773	6	2,65
Transekt 5	0	597	170	9	0,28
Transekt 6	0	153	175	4	1,14
Transekt 7	0	138	896	7	6,49
Transekt 8	0	157	21	3	0,13
Transekt 9	0	35	112	6	3,20
Transekt 10	1	693	139	12	0,20
Transekt 11	1	1523	519	16	0,34
Transekt 12	1	352	110	6	0,31
Transekt 13	1	10	114	2	11,40
neregulirani	0	3518	4989	82	1,42
regulirani	1	2578	882	36	0,34

Tablica 3.5. prikazuje popis transekata na kojima su uzimani podaci. Od 13 transekata, 9 ih je neregulirano, a 4 regulirano. Uočljiva je razlika u količini mriješta po metru koja je znatno veća za neregulirane tokove.

4. RASPRAVA

Prema dosadašnjim istraživanjima (Pozzi, 1980, Ficetola i Bernardi, 2004) lombardijska žaba izbjegava sunčana i otvorena staništa za polaganje jaja te pričvršćuje mrijest na granje u vodi. Rezultati dobiveni analizom mikrostaništa mrijestilišta u Motovunskoj šumi pokazuju da su upravo veća zasjenjenost, više drveća na obali te granja u vodi, uz veći nagib obale i veći konduktivitet, značajke koje najbolje opisuju neregulirane tokove. Također, neregulirani tokovi imaju manje vegetacije na površini vode, nižu temperaturu vode te manje zeljaste vegetacije na obali. Ako promotrimo povezanost između pojedinih istaknutih značajki nereguliranih, odnosno prirodnih staništa, možemo reći da je količina drveća i visokog grmlja na obalama tokova te brzina toka najbitnije svojstvo koje utječe na razliku u karakteristikama mrijestilišta. Naime, što je više stabala na obali u vodu pada veća količina odumrlog i suhog granja, a do samog mrijestilišta dopire manje sunca (veća zasjenjenost) zbog čega je voda hladnija i smanjen je razvoj vodenih algi i ostale površinske vegetacije. Dobiveni rezultati su skladu s onime što sam zamijetila tijekom terenskih istraživanja, da je najistaknutija vidljiva razlika između nereguliranih i reguliranih tokova upravo nedostatak visoke obalne vegetacije.

Razlika u nagibu obale je vjerojatno posljedica toga što regulirani tokovi imaju cijelom dužinom vrlo ujednačeni nagib obale od oko 45°, dok prirodni tokovi, iako je zabilježena varijabilnost u nagibu, većinom imaju strmije obale. Veliki nagib obale prirodnih tokova čini se ne predstavlja problem za žabe, vjerojatno zbog prisutne niske zeljaste vegetacije koja im omogućava nesmetano kretanje i na prilično okomitim površinama. Iako je analiza pokazala da prirodni tokovi imaju manje zeljaste vegetacije od reguliranih, za pravilno tumačenje potrebno je pogledati i distribuciju vrijednosti ove varijable. Naime, podaci za sva mrijestilišta ukupno pokazuju samo kategorije najveće i srednje vrijednosti, što znači da nema lokaliteta s vrlo malo ili bez zeljaste vegetacije (gole obale). Razlika na koju ukazuju rezultati proizlazi iz toga što svi lokaliteti reguliranih tokova imaju isključivo najveću vrijednost, odnosno puno zeljaste vegetacije na obalama, dok kod prirodnih tokova nalazimo i lokalitete srednje vrijednosti.

Za tumačenje povećanih vrijednosti konduktiviteta, odnosno ukupnih otopljenih tvari (TDS), u prirodnim tokovima potrebna su dodatna istraživanja. Budući da količini ukupno otopljenih tvari u vodi doprinosi niz različitih spojeva, te povećane vrijednosti mogu biti prirodnog (npr. voda s povećanim udjelom karbonata, tzv. tvrda voda) ili antropogenog (npr. pesticidi, hranjive soli poput fosfata i nitrata) porijekla, pa su daljnje analize kemijskog sastava voda vrlo bitne zbog kvalitetne zaštite i očuvanja vrste.

Iako analize nisu izdvojile brzinu protoka vode kao bitnu značajku koja razlikuje regulirane od nereguliranih tokova, mora se napomenuti da sam za prirodne tokove zabilježila samo najniže kategorije protočnosti: voda stajaćica te mala brzina protoka, dok pojedina mrijestilišta u reguliranim tokovima pokazuju vrijednosti srednje i velike brzine protoka vode. Veća brzina protoka vode kod kanaliziranih tokova može u kasnijim razvojnim stadijima lombardijske žabe doprinjeti smrtnosti punoglavaca ispiranjem u brze vode kanala Mirna.

Čišćenje cjelokupne visoke vegetacije kanaliziranih tokova u potpunosti je promijenilo niz značajki mikrostaništa koje su bitne za razmnožavanje ove vrste. Također, rezultati pokazuju da je u nereguliranim tokovima brojnost mrijesta lombardijske smeđe žabe veća nego u reguliranim, odnosno kanaliziranim tokovima. Ako uzmemo u obzir da se kanaliziranjem, osim rubne vegetacije, uništava i zavojska struktura tokova s povremenim bazenima sporijeg toka, koji su bitni za mriješćenje lombardijske žabe (Pozzi, 1980), možemo ustvrditi da regulacija tokova i uklanjanje rubnog sloja vegetacije stvara suboptimalne uvjete za razmnožavanje lombardijske žabe, dosta različite od normalnih zahtjeva vrste, što dugoročno doprinosi smanjenju brojnosti vrste.

Osim što takav način upravljanja vodenim staništima direktno utječe na smanjenje količine dostupnih optimalnih mrijestilišta za lombardijsku žabu, postoji cijeli niz povezanih problema koji utječu na ugroženost ove vrste. Na pojedinim lokacijama problem predstavlja vremenski period u kojem se čiste kanali. Budući da se odvija u proljeće, uklanjanjem vegetacije iz vodenog tijela uklanja se i dio mrijesta što izravno smanjuje reproduktivni uspjeh jedinki koje se razmnožavaju u tim tokovima. U godinama kad se uklanjanje vodene vegetacije poklopi s velikim količinama padalina i bujičnim vodama dolazi do uništavanja gotovo cijelog pomlatka mrijestilišta te sezone. Ovdje se mora napomenuti da na bujičnost voda utječe i količina vegetacije uz samu obalu,

posebno grmlja i drveća. Naime što je više vegetacije, usporava se brzina toka i veća je mogućnost upijanja viška vode.

Cjelokupna vodna regulacija (prvenstveno kanaliziranje tokova) na području Motovunske šume napravljena je u svrhu odvodnje viška vode u novo korito Mirne. To je dovelo do snižavanja podzemnih voda i isušivanja same šume (Bragato i sur., 2004). Jedna od posljedica je i smanjena količina vode u mnogim tokovima u šumi te manji broj dostupnih mrijestilišta za lombardijsku žabu, posebice za sušnih godina.

Zaključno možemo reći da kanalizacija tokova i čišćenje rubnog pojasa vegetacije negativno utječu na razmnožavanje lombardijske smeđe žabe i doprinose ugroženosti ove vrste.

Budući da je *Rana latastei* vrlo usko vezana za određeni tip staništa i često ima drugačije zahtjeve od drugih vrsta vodozemaca koje nastanjuju isto područje, potrebno je razvijati posebne planove upravljanja i zaštite koji su usmjereni upravo na ovu vrstu (Ficetola i Bernardi, 2004; Edgar i Bird, 2006). Rezultati u ovom radu pokazuju da je za poboljšanje kvalitete mrijestilišta lombardijske žabe na području Motovunske šume, među ostalim aktivnostima, potrebno ponovo uspostaviti šumsku vegetaciju na rubovima kanaliziranih tokova. Time bi se stvorila mrijestilišta s značajkama mikrostaništa tipičnim za ovu vrstu, uz dodatno smanjenje bujičnosti kanaliziranih tokova.

5. ZAKLJUČAK

- Provedene analize pokazale su kako postoji značajna razlika mikrostaništa mrijestilišta lombardijske smeđe žabe između dvije vrste tokova u Motovunskoj šumi.
- Brojnost mrijesta je puno manja u reguliranim tokovima.
- Neregulirani tokovi imaju:
 - veća zasjenjenost
 - veći nagib obale
 - više obalnog drveća
 - više granja u vodi
 - veći konduktivitet
 - manje zeljaste vegetacije na obali
 - manje vegetacije na površini vode
 - nižu temperature
 - sporiju brzinu protoka vode
- Zbog razlike u broju mrijesta između reguliranih i nereguliranih tokova moglo bi se zaključiti da karakteristike mikrostaništa nereguliranih tokova više odgovaraju lombardijskoj žabi kao lokaliteti mrijestilišta.

6. LITERATURA

1. Arnold, N., Overden, D. 2002. Collins Field Guide: Reptiles and Amphibians of Britain and Europe. Collins Publishers, London.
2. Bernini, Franco, Gentili, Augusto, Merli, Enrico and Razzetti, Edoardo 2004. *Rana dalmatina* and *R. latastei*: Habitat selection, fluctuation in egg clutch deposition and response to exceptional floods in northern Italy. Italian Journal of Zoology, 71: 3, 147 — 149
3. Bragato, G., Sladonja, B., Peršurić, Đ. 2004. The soil environment for *Tuber magnatum* growth in Motovun forest, Istria. Natura Croatica 13(2):171-185
4. Bravin, L., Bressi, N. 2004. Competizione larvale in *Rana dalmatina* e *Rana latastei*. U: V° Congresso Nazionale della Societas Herpetologica Italica. 29.9. - 3.10.2004. Calci (Pisa), Programma e Riassunti. Università di Pisa, S.H.I., Pisa.
5. Bressi, N. 1995. Catalogo della collezione erpetologica del Museo civico di Storia naturale di Trieste. I - Amphibia. Cataloghi I, Mus. civ. stor. Nat. Trieste.
6. Burlin, M., Dolce, S. 1986. Osservazioni faunistiche sull'erpetofauna dell'Istria. "Amphibia". Atti Mus. civ. Stor. Nat. Trieste, 39(1): 65-85.
7. Capula, M., Dolce, S., Lapini, L., Nascetti G. 1991. Electrophoretic analysis of *Rana latastei* populations (Amphibia: Ranidae) from Italy and Istria (NW Yugoslavia). Gortania – Atti. Museo Friul. Storia Nat. 13: 203-212.
8. Cei, G. 1944. Analisi biogeografica e ricerche biologiche e sperimentali sul ciclo sessuale annuo delle rane rosse d'Europa. Monit. Zool. It., Firenze, 54: 1-117.
9. Corbett, K. 1989. Conservation of European Reptiles and Amphibians. The Conservation Committee of the Societas Europaea Herpetologica (IUCN/SSC European Reptile and Amphibian Specialist Group), London.
10. Direktiva o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore (Council Directive 92/43/EEC; Direktiva o staništima), Europski parlament i Vijeće Europske unije.
11. Edgar, P., Bird, D. 2006. Action Plan for the Conservation of the Italian Agile Frog *Rana latastei* in Europe. The Herpetological Conservation Trust, Bournemouth, Dorset.

12. Ficetola, G. F., de Bernardi, F. 2004. Amphibians in a human-dominated landscape: the community structure is related to habitat features and isolation. *Biological Conservation* 119: 219–230.
13. Grossenbacher, K., Lippuner, M., Zumbach, S., Borgula, A., Lüscher, B. 2002. Phenology and reproduction of the 3 brown frog species *Rana latastei*, *R. dalmatina*, *R. temporaria*; Development and status of the *R. latastei* populations in Mendrisiotto, southern Ticino, Switzerland. *Atti del terzo Convegno "Salvaguardia Anfibi"*, Lugano, 23-24.6.2000. – Cogestre Ediz., Penne, 2002: 91 – 100.
14. Guarino, F. M., Mazotti, S. 2004. Applicazioni scheletrocronologiche in *Rana latastei*. U: V° Congresso Nazionale della Societas Herpetologica Italica. 29.9. - 3.10.2004. Calci (Pisa), Programma e Riassunti. Università di Pisa, S.H.I., Pisa.
15. Heine, G. 1987. Einfache Meß- und Rechenmethode zur Ermittlung der Überlebenschance wandernder Amphibien beim Überqueren von Straßen. *Beih. Vergiff. Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg*, 41, 473-9.
16. Istrapedia 2010.
www.istrapedia.hr/hrv/776/geomorfologija-bijela-siva-crvena-istra/istra-a-z/
Preuzeto **27. 01. 2011.**
17. IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4.
<[iucnredlist](http://www.iucnredlist.org)>. Preuzeto **27. 01. 2011.**
18. Janev Hutinec, B., Kletečki, E., Lazar, B., Podnar Lešić, M., Skejić, J., Tadić, Z. Tvrtković, N., 2006. Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska.
19. Kletečki, E. 2003. Talijanska žaba (*Rana latastei*) vrsta koja nestaje. *Meridijan - časopis za zemljopis, povijest, ekologiju i putovanja*, Samobor 10(74): 46-48.
20. Kobašlić, A. 2002. Rasprostranjenost vodozemaca Hrvatske prema podacima Hrvatskog prirodoslovnog muzeja u Zagrebu. Diplomski rad. Prirodoslovno – matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
21. Konvencija o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Bernska konvencija); NN-međunarodni dio 6/00.

22. Kuhn, J. 1987. Strassentod der Erdkröte (*Bufo bufo* L.): Verlustquoten und Verkehrsaufkommen. Verhalten auf der Strasse. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg. 41: 175-186.
23. Kuljerić, M. 2006. Nacionalni program monitoringa biološke raznolikosti *Rana latastei*, lombardijska žaba. Hrvatsko Herpetološko Društvo – Hyla, Zagreb.
24. Kuljerić, M. 2008. Nacionalni program monitoringa biološke raznolikosti *Rana latastei*, lombardijska žaba. Hrvatsko Herpetološko Društvo – Hyla, Zagreb.
25. Kuljerić, M. 2009. Nacionalni program monitoringa biološke raznolikosti *Rana latastei*, lombardijska žaba. Hrvatsko Herpetološko Društvo – Hyla, Zagreb.
26. Nöllert, A., Nöllert, G. 1992. Die Amphibien Europas. Bestimmung-Gefährdung-Schutz. Stuttgart, Kosmos.
27. Pavletić, Lj., Petrović, G., Mihelčić, N., Oštrić, M., Kululjan, I., Škrobonja, M., Mušnjak, M. 2009. Plan upravljanja slivom rijeke Mirne. Hrvatske vode, VGO Rijeka
28. Pobješaj, K., Lešnik, A. 2003. Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: Dvoživke (Amphibia). Končno poročilo. Center za kartografiju faune i flore, Miklaž naDravskem polju.
29. Pough, F. H., Andrews, R.M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitzky, A.H., Wells, K.D. 2004. Herpetology 3th ed. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
30. Pozzi, A. 1980. Ecologia di *Rana latastei* Boul. Atti Soc. ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano; 121(4): 221-274.
31. Pravilniku o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim 2005. Narodne Novine 70.
32. Reh, W., Seitz, A. 1990. The influence of land use on the genetic structure of populations of the common frog *Rana temporaria*. Biol. Conserv., 54, 239--49
33. Schmidtler, J.F. 1977. Amphibien aus Feuchwaldern Istriens. Salamandra 13:114-116.
34. Šegota, T., Filipčić, A. 1996. Klimatologija za geografe. Školska knjiga, Zagreb.
35. Zakon o zaštiti prirode 1996. Narodne Novine 84.